

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-237801

(43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.Cl.

H04J 14/08

G02F 1/35

G02F 1/37

H04J 3/00

(21)Application number : 2001-031536

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 07.02.2001

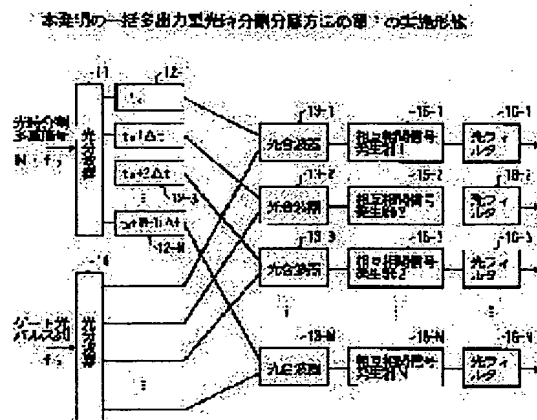
(72)Inventor : SHAKE IPPEI
TAKARA HIDEHIKO
MORIOKA TOSHIO
UCHIYAMA KENTARO
KITO TSUTOMU
MAGARI KATSUAKI
OKAMOTO MINORU

(54) BATCH MULTIPLE OUTPUT OPTICAL TIME DIVISION ISOLATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable channels to be restrained from varying in optical signal intensity and to be timing-controlled when optical time division multiple signals are collectively separated.

SOLUTION: Optical time division multiple signals (light frequency f_s) of bit rate $N \cdot f_0$ are branched into light signals of N series (N is an integer of 2 or above), gate optical pulse trains (light frequency f_g) of repetition frequency f_0 which are inputted synchronizing with the optical time division multiple signals are branched into optical signals of N series. The optical time division signals of N series and the gate optical pulse trains of N series are multiplexed at different timing differing from each other by one bit for each series, and the optical time division multiple signals and gate optical pulse trains which are multiplexed for each series at each timing are inputted into cross-correlation signal generators so as to generate the cross-correlation signals of both the lights. The cross-correlation signals outputted from the cross-correlation signal generators are extracted through the intermediary of optical filters, by which the optical signals of bit rate f_0 of N series are batch-separated from the optical time division multiple signals of bit rate $N \cdot f_0$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.12.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

"application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-237801
(P2002-237801A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 J 14/08		G 0 2 F 1/35	2 K 0 0 2
G 0 2 F 1/35		1/37	5 K 0 0 2
1/37		H 0 4 J 3/00	Q 5 K 0 2 8
H 0 4 J 3/00		H 0 4 B 9/00	D

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-31536(P2001-31536)

(22) 出願日 平成13年2月7日 (2001.2.7)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 社家 一平

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 高良 秀彦

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

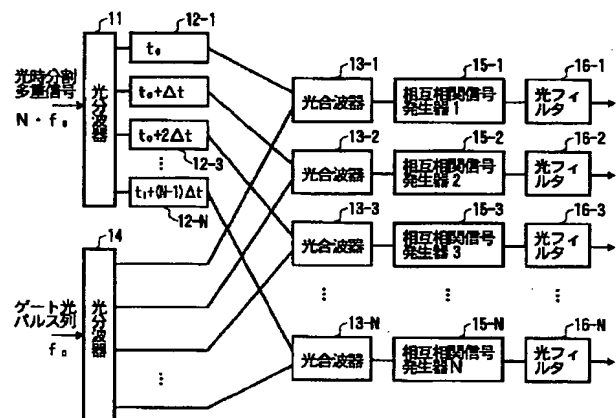
(54) 【発明の名称】 一括多出力型光時分割分離方法

(57) 【要約】

【課題】 光時分割多重信号の一括分離において、各チャネルの光信号強度のばらつきを抑え、かつタイミング制御を一系統で行う。

【解決手段】 入力するビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号 (光周波数 f_s) を N 系列 (N は2以上の整数) に分波し、光時分割多重信号に同期して入力する繰り返し周波数 f のゲート光パルス列 (光周波数 f_g) を N 系列に分波し、 N 系列の光時分割多重信号と N 系列のゲート光パルス列を系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波し、系列ごとに各タイミングで合波された光時分割多重信号とゲート光パルス列とをそれぞれ相互相関信号発生器に入力して両光の相互相関信号を発生させ、各相互相関信号発生器から出力された相互相関信号を光フィルタを介してそれぞれ抽出し、ビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号からビットレート f の N 系列の光信号を一括分離する。

本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第1の実施形態



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力するビットレート $N \cdot f_0$ の光時分割多重信号（光周波数 f_s ）を N 系列（ N は 2 以上の整数）に分波し、

前記光時分割多重信号に同期して入力する繰り返し周波数 f_0 のゲート光パルス列（光周波数 f_q ）を N 系列に分波し、

前記 N 系列の光時分割多重信号と前記 N 系列のゲート光パルス列を系列ごとに 1 ビットずつ異なるタイミングで合波し、

前記系列ごとに各タイミングで合波された光時分割多重信号とゲート光パルス列とをそれぞれ相互相関信号発生器に入力して両光の相互相関信号を発生させ、

前記各相互相関信号発生器から出力された相互相関信号を光フィルタを介してそれぞれ抽出し、

前記ビットレート $N \cdot f_0$ の光時分割多重信号からビットレート f_0 の N 系列の光信号を一括分離することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、前記 N 系列の各光時分割多重信号に順に 1 ビットずつ遅延を与え、前記 N 系列の光時分割多重信号と前記 N 系列のゲート光パルス列を系列ごとに 1 ビットずつ異なるタイミングで合波することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記 N 系列の各ゲート光パルス列に順に 1 ビット相当の遅延を与え、前記 N 系列の光時分割多重信号と前記 N 系列のゲート光パルス列を系列ごとに 1 ビットずつ異なるタイミングで合波することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記 N 系列の各光時分割多重信号と前記 N 系列の各ゲート光パルス列に互いに逆順に $1/2$ ビット相当の遅延を与え、前記 N 系列の光時分割多重信号と前記 N 系列のゲート光パルス列を系列ごとに 1 ビットずつ異なるタイミングで合波することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記相互相関信号発生器として半導体光増幅器の四光波混合（FWM）を用い、前記相互相関信号として光時分割多重信号とゲート光パルスの四光波混合光を発生させ、前記光フィルタは光周波数 $f = 2 f_q - f_s$ または $f = 2 f_s - f_q$ を分離することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記相互相関信号発生器として半導体光増幅器の相互利

得変調（XGM）を用い、前記光フィルタは光周波数 $f = f_s$ の相互相関信号を分離することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 7】 請求項 5 または請求項 6 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記光時分割多重信号または前記ゲート光パルス列にアシスト光（CW 光）を重畳して前記半導体光増幅器に入力することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

10 【請求項 8】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記相互相関信号発生器として電界吸収型光増幅器の相互吸収変調（XAM）を用い、前記光フィルタは光周波数 $f = f_s$ の相互相関信号を分離することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

20 前記相互相関信号発生器として 2 次非線形光学材料の和周波光発生（SFG）を用い、前記光フィルタは光周波数 $f = f_s + f_q$ の和周波光を分離することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記相互相関信号発生器として 2 次非線形光学材料の差周波光発生（DFG）を用い、前記光フィルタは光周波数 $f = |f_s - f_q|$ の差周波光を分離することを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 11】 請求項 9 または請求項 10 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

30 前記 2 次非線形光学材料として、 LiNbO_3 、または AANP または KTP を用いることを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 12】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

前記相互相関信号発生器が偏波無依存型であることを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【請求項 13】 請求項 1 に記載の一括多出力型光時分割分離方法において、

40 前記光時分割多重信号を分波する手段、前記ゲート光パルス列の分波する手段、前記 N 系列の光時分割多重信号と前記 N 系列のゲート光パルス列を系列ごとに 1 ビットずつ異なるタイミングで合波する手段、前記相互相関信号発生器を同一基板上に形成し、前記基板として半導体基板または石英系基板またはセラミック系基板を用いることを特徴とする一括多出力型光時分割分離方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光時分割多重信号の各チャネルの光信号をそれぞれ異なる出力ポートに一括分離する一括多出力型光時分割分離方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光時分割多重信号を各チャネルの光信号に分離する方法としては、電界吸収型光変調器やLiNbO₃、光変調器などをシリアルまたはパラレルにチャネル数分用いた時間ゲート動作により、各チャネル個別に時分割分離していた。この方法では、光時分割多重信号と電気ゲート信号のタイミング制御をチャネル数だけ個別に行う必要があり、複雑な構成になる問題があった。

【0003】この問題を解決する方法として、光時分割多重信号の各チャネルの光信号をそれぞれ異なる出力ポートに一括分離する方法があり、例えば図10、11に示すものが知られている。

【0004】図10は、半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用いた方法である(参考文献:K.Uchiyama et al., "100-Gb/s multiple-channel output all-optical OTDM demultiplexing using multichannel four-wave mixing in a semiconductor optical amplifier", IE EE Photon. Technol. Lett., Vol.10, No.6, pp.890-892, 1998)。

【0005】1チャネル20Gbit/sの光信号を8チャネル多重した160Gbit/sの光時分割多重信号と、20GHzのチャープ光パルス列を光合波器51で合波し、半導体光増幅器52に入力する。半導体光増幅器52では、光時分割多重信号とチャープ光パルス列間のFWM効果により、各チャネルごとにそれぞれ異なる波長の四光波混合光に変換する。半導体光増幅器52の出力スペクトル例を図中に示す。この出力のうち、各チャネルに対応する四光波混合光を波長フィルタ53によって分離することにより、各出力ポートに各チャネルの光信号を一括して出力させることができる。なお、半導体光増幅器52の代わりに光ファイバを用いる方法もある。

【0006】図11は、半導体光増幅器の相互位相変調(XPM)を用いた方法である(参考文献:K.Uchiyama et al., "Multiple-channel output all-optical OTDM demultiplexing using XPM-induced chirp compensation(XOXIC)", Electron. Lett., Vol.34, No.6, pp.575-576, 1998)。

【0007】1チャネル20Gbit/sの光信号を8チャネル多重した160Gbit/sの光時分割多重信号と、20GHzのチャープ光パルス列を光合波器51で合波し、光ファイバ54に入力する。光ファイバ54では、光時分割多重信号とチャープ光パルス列の時間的な重なりが、XPM効果によって各チャネルごとにチャープ光パルスのスペクトル成分のピークに置き換えられる。光ファイバ54の出力スペクトル例を図中に示す。この出力のうち、チャープ光パルスの異なるスペクトル成分に置き換えられた各チャネルの光信号を波長フィルタ53によって分離することにより、各出力ポートに各チャネルの光信号を一括して出力させることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図10、11に示すチャープ光パルス列のスペクトルには波長依存性(例えばガウシアン)があるので、図中の出力スペクトル例に示すように、変換後の各チャネルの光信号に光強度差が生じる問題がある。また、図10に示すFWM効果を用いる方法では、FWM変換効率が波長によって異なるので、各チャネルの光信号強度のチャネル間格差がさらに大きくなる問題がある。

10 【0009】本発明は、光時分割多重信号の一括分離において、各チャネルの光信号強度のばらつきを抑え、かつタイミング制御を一系統で行うことができる一括多出力型光時分割分離方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の一括多出力型光時分割分離方法は、入力するビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号(光周波数 f_s)をN系列(Nは2以上の整数)に分波し、光時分割多重信号に同期して入力する繰り返し周波数 f のゲート光パルス列(光周波数 f_g)をN系列に分波し、N系列の光時分割多重信号とN系列のゲート光パルス列を系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波し、系列ごとに各タイミングで合波された光時分割多重信号とゲート光パルス列とをそれぞれ相互相関信号発生器に入力して両光の相互相関信号を発生させ、各相互相関信号発生器から出力された相互相関信号を光フィルタを介してそれぞれ抽出し、ビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号からビットレート f のN系列の光信号を一括分離する。

30 【0011】ここで、N系列の各光時分割多重信号に順に1ビットずつ遅延を与え、N系列の光時分割多重信号とN系列のゲート光パルス列を系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波するものとする。また、N系列の各ゲート光パルス列に順に1ビット相当の遅延を与え、N系列の光時分割多重信号とN系列のゲート光パルス列を系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波するものとする。また、N系列の各光時分割多重信号とN系列の各ゲート光パルス列に互いに逆順に $1/2$ ビット相当の遅延を与え、N系列の光時分割多重信号とN系列のゲート光パルス列を系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波するものとする。

40 【0012】相互相関信号発生器として半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用い、相互相関信号として光時分割多重信号とゲート光パルスの四光波混合光を発生させ、光フィルタは光周波数 $f = 2f_g - f_s$ または $f = 2f_s - f_g$ を分離する。また、相互相関信号発生器として半導体光増幅器の相互利得変調(XGM)を用い、光フィルタは光周波数 $f = f_s$ の相互相関信号を分離する。このとき、光時分割多重信号またはゲート光パルス列にアシスト光(CW光)を重ねて半導体光増幅器に入力するようにしてもよい。

【0013】また、相互相関信号発生器として電界吸収型光増幅器の相互吸収変調(XAM)を用い、光フィルタは光周波数 $f = f_s$ の相互相関信号を分離する。また、相互相関信号発生器として2次非線形光学材料の和周波光発生(SFG)を用い、光フィルタは光周波数 $f = f_s + f_q$ の和周波光を分離する。また、相互相関信号発生器として2次非線形光学材料の差周波光発生(DFG)を用い、光フィルタは光周波数 $f = |f_s - f_q|$ の差周波光を分離する。ここで、2次非線形光学材料として、 LiNbO_3 またはAANPまたはKTPを用いてもよい。

【0014】また、相互相関信号発生器が偏波無依存型としてもよい。また、光時分割多重信号の分波、ゲート光パルス列の分波、N系列の光時分割多重信号とN系列のゲート光パルス列を系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波する手段、相互相関信号発生器を同一基板上に形成し、基板として半導体基板または石英系基板またはセラミック系基板を用いてもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】(第1の実施形態)図1は、本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第1の実施形態を示す。図において、Nチャネルの光信号を時分割多重したビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号(光周波数 f_s)と、繰り返し周波数 f のゲート光パルス列(光周波数 f_q)は、同期制御された所定の入力タイミングで光時分割多重信号用光分波器11およびゲート光パルス列用光分波器14に入力される(以下の実施形態でも同様である)。光時分割多重信号は光時分割多重信号用光分波器11でN分岐され、順に1ビット間隔の遅延 Δt を与える光遅延器12-1~12-Nを介して光合波器13-1~13-Nに入力される。一方、ゲート光パルス列はゲート光パルス列用光分波器14でN分岐され、光合波器13-1~13-Nに入力される。各光合波器13-1~13-Nでは、光時分割多重信号とゲート光パルスを合波して相互相関信号発生器15-1~15-Nに入力する。

【0016】相互相関信号発生器15-1~15-Nに入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係は、図2に示すようになる。すなわち、光時分割多重信号が1ビット(Δt)ずつずれるので、相互相関信号発生器15-1ではチャネル1の光信号とゲート光パルスが重なり、相互相関信号発生器15-2ではチャネル2の光信号とゲート光パルスが重なり、以下同様に各チャネルの光信号がそれぞれゲート光パルスと重なることになる。これにより、相互相関信号発生器15-1~15-Nから同時に各チャネルの相互相関信号が出力される。各チャネルの相互相関信号は、光フィルタ16-1~16-Nを介して一括して分離され、Nチャネルの光時分割多重信号の一括多出力型光時分割分離が実現する。

【0017】相互相関信号発生器15として半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用いると、相互相関信号は光時分割多重信号とゲート光パルスの四光波混合光となり、光フィルタ16は光周波数 $f = 2f_q - f_s$ または $f = 2f_s - f_q$ を分離するものを用いる。

【0018】相互相関信号発生器15として半導体光増幅器の相互利得変調(XGM)を用いると、相互相関信号は光時分割多重信号と同一光周波数を有するので、光フィルタ16は光周波数 $f = f_s$ を分離するものを用いる。

【0019】なお、半導体光増幅器では、四光波混合または相互利得変調により相互相関信号を発生させる際にバタ効果の問題になることがある。この場合には、光時分割多重信号またはゲート光パルス列にアシスト光(CW光)を重畳し、半導体光増幅器に入力することにより、半導体光増幅器におけるキャリア寿命を早め、バタ効果を抑制することができる。

【0020】相互相関信号発生器15として電界吸収型光増幅器の相互吸収変調(XAM)を用いると、相互相関信号は光時分割多重信号と同一光周波数を有するので、光フィルタ16は光周波数 $f = f_s$ を分離するものを用いる。

【0021】相互相関信号発生器15として2次非線形光学材料の和周波光発生(SFG)を用いると、相互相関信号は光時分割多重信号とゲート光パルスの和周波光となり、光フィルタ16は光周波数 $f = f_s + f_q$ を分離するものを用いる。なお、2次非線形光学材料としては、 LiNbO_3 またはAANPまたはKTPを用いることができる。

【0022】相互相関信号発生器15として2次非線形光学材料の差周波光発生(DFG)を用いると、相互相関信号は光時分割多重信号とゲート光パルスの差周波光となり、光フィルタ16は光周波数 $f = |f_s - f_q|$ を分離するものを用いる。なお、2次非線形光学材料としては、 LiNbO_3 またはAANPまたはKTPを用いることができる。

【0023】(第2の実施形態)図3は、本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第2の実施形態を示す。図において、Nチャネルの光信号を時分割多重したビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号(光周波数 f_s)は、光時分割多重信号用光分波器11でN分岐され、光合波器13-1~13-Nに入力される。一方、繰り返し周波数 f のゲート光パルス列(光周波数 f_q)はゲート光パルス列用光分波器14でN分岐され、順に1ビット間隔の遅延 Δt を与える光遅延器12-1~12-Nを介して光合波器13-1~13-Nに入力される。各光合波器13-1~13-Nでは、光時分割多重信号とゲート光パルスを合波して相互相関信号発生器15-1~15-Nに入力する。

【0024】相互相関信号発生器15-1~15-Nに

入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係は、図4に示すようになる。すなわち、ゲート光パルスが1ビット(Δt)ずつずれるので、相互相関信号発生器15-1ではチャンネル1の光信号とゲート光パルスが重なり、相互相関信号発生器15-2ではチャンネル2の光信号とゲート光パルスが重なり、以下同様に各チャンネルの光信号がそれぞれのタイミングでゲート光パルスと重なることになる。これにより、相互相関信号発生器15-1~15-Nから各チャンネルの相互相関信号が出力される。各チャンネルの相互相関信号は、光フィルタ16-1~16-Nを介して一括して分離され、Nチャンネルの光時分割多重信号の一括多出力型光時分割分離が実現する。

【0025】相互相関信号発生器15としては、上記の半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用いた構成、半導体光増幅器の相互利得変調(XGM)を用いた構成、電界吸収型光増幅器の相互吸収変調(XAM)を用いた構成、2次非線形光学材料の和周波光発生(SFG)を用いた構成、2次非線形光学材料の差周波光発生(DFG)を用いた構成のものを利用でき、光フィルタ16はそれぞれ対応する光周波数を分離するものを用いる。

【0026】(第3の実施形態)図5は、本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第3の実施形態を示す。図において、Nチャンネルの光信号を時分割多重したビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号(光周波数 f_s)は、光時分割多重信号用光分波器11でN分岐され、順に1/2ビット間隔の遅延 $\Delta t/2$ を与える光遅延器17-1~17-Nを介して光合波器13-1~13-Nに入力される。一方、繰り返し周波数 f のゲート光パルス列(光周波数 f_g)はゲート光パルス列用光分波器14でN分岐され、順に1/2ビット間隔の逆方向の遅延 $-\Delta t/2$ を与える光遅延器18-1~18-Nを介して光合波器13-1~13-Nに入力される。各光合波器13-1~13-Nでは、光時分割多重信号とゲート光パルスを合波して相互相関信号発生器15-1~15-Nに入力する。

【0027】相互相関信号発生器15-1~15-Nに入力される光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係は、図6に示すようになる。すなわち、光時分割多重信号とゲート光パルス列が1ビット(Δt)ずつずれるので、相互相関信号発生器15-1ではチャンネル1の光信号とゲート光パルスが重なり、相互相関信号発生器15-2ではチャンネル2の光信号とゲート光パルスが重なり、以下同様に各チャンネルの光信号がそれぞれゲート光パルスと重なることになる。これにより、相互相関信号発生器15-1~15-Nから各チャンネルの相互相関信号が出力される。各チャンネルの相互相関信号は、光フィルタ16-1~16-Nを介して一括して分離され、Nチャンネルの光時分割多重信号の一括多出力型光時分割分

離が実現する。

【0028】相互相関信号発生器15としては、上記の半導体光増幅器の四光波混合(FWM)を用いた構成、半導体光増幅器の相互利得変調(XGM)を用いた構成、電界吸収型光増幅器の相互吸収変調(XAM)を用いた構成、2次非線形光学材料の和周波光発生(SFG)を用いた構成、2次非線形光学材料の差周波光発生(DFG)を用いた構成のものを利用でき、光フィルタ16はそれぞれ対応する光周波数を分離するものを用いる。

【0029】

【実施例】図7は、第1の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例を示す。ここでは、光時分割多重数 $N=8$ の場合として、160 Gbit/sの光時分割多重信号を20Gbit/s \times 8チャンネルに分離する例を示す。

【0030】図において、光時分割多重信号用光分波器11、光合波器13-1~13-8、ゲート光パルス列用光分波器14、相互相関信号発生器15-1~15-8、光フィルタ16-1~16-8は、図1に示す第1の実施形態にそのまま対応する。ただし、光フィルタを除く各部は基板20上に集積化される。本実施例では、光遅延器12-1~12-8として、光時分割多重信号用光分波器11と光合波器13-1~13-8とを接続する光導波路21-1~21-8の光路長を変えることにより実現している。また、ゲート光パルス列用光分波器14と光合波器13-1~13-8とを接続する光導波路22-1~22-8の光路長は等しいものとする。これにより、ゲート光パルス列と光時分割多重信号との間のタイミングを高精度に設定することができる。

【0031】なお、本実施例では、光導波路21-1~21-8の順に遅延量が Δt ずつ増えていくものとする。ここでは、光導波路21-1と光導波路22-1の光路長が異なるが、チャンネル1の光信号とゲート光パルスが相互相関信号発生器15-1で時間軸上で重なるように、予め両信号の入力タイミングを制御する。これにより、相互相関信号発生器15-2~15-8でチャンネル2~8の光信号とゲート光パルスが時間軸上で重なる。

【0032】図8は、第2の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例を示す。ここでは、光時分割多重数 $N=8$ の場合として、160 Gbit/sの光時分割多重信号を20Gbit/s \times 8チャンネルに分離する例を示す。

【0033】図において、光時分割多重信号用光分波器11、光合波器13-1~13-8、ゲート光パルス列用光分波器14、相互相関信号発生器15-1~15-8、光フィルタ16-1~16-8は、図3に示す第2の実施形態にそのまま対応する。ただし、光フィルタを除く各部は基板20上に集積化される。本実施例では、

光遅延器12-1~12-8として、ゲート光パルス列用光分波器14と光合波器13-1~13-8とを接続する光導波路22-1~22-8の光路長を変えることにより実現している。また、光時分割多重信号用光分波器11と光合波器13-1~13-8とを接続する光導波路21-1~21-8の光路長は等しいものとする。これにより、ゲート光パルス列と光時分割多重信号との間のタイミングを高精度に設定することができる。

【0034】なお、本実施例では、光導波路22-1~22-8の順に遅延量が Δt ずつ減っていくものとする。ここでは、光導波路21-1と光導波路22-1の光路長が異なるが、チャンネル1の光信号とゲート光パルスが相互相関信号発生器15-1で時間軸上で重なるように、予め両信号の入力タイミングを制御する。これにより、相互相関信号発生器15-2~15-8でチャンネル2~8の光信号とゲート光パルスが時間軸上で重なる。

【0035】図9は、第3の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例を示す。ここでは、光時分割多重数 $N=8$ の場合として、160 G

bit/sの光時分割多重信号を20Gbit/s \times 8チャンネルに分離する例を示す。

【0036】図において、光時分割多重信号用光分波器11、光合波器13-1~13-8、ゲート光パルス列用光分波器14、相互相関信号発生器15-1~15-8、光フィルタ16-1~16-8は、図5に示す第3の実施形態にそのまま対応する。ただし、光フィルタを除く各部は基板20上に集積化される。本実施例では、光遅延器17-1~17-8として、光時分割多重信号用光分波器11と光合波器13-1~13-8とを接続する光導波路21-1~21-8の光路長を変えることにより実現し、光遅延器18-1~18-8として、ゲート光パルス列用光分波器14と光合波器13-1~13-8とを接続する光導波路22-1~22-8の光路長を変えることにより実現している。これにより、ゲート光パルス列と光時分割多重信号との間のタイミングを高精度に設定することができる。

【0037】なお、本実施例では、光導波路21-1~21-8の順に遅延量が $\Delta t/2$ ずつ増えていき、光導波路22-1~22-8の順に遅延量が $\Delta t/2$ ずつ減っていくものとする。ここでは、光導波路21-1と光導波路22-1の光路長が異なるが、チャンネル1の光信号とゲート光パルスが相互相関信号発生器15-1で時間軸上で重なるように、予め両信号の入力タイミングを制御する。これにより、相互相関信号発生器15-2~15-8でチャンネル2~8の光信号とゲート光パルスが時間軸上で重なる。

【0038】図7~9に示す実施例構成において、上記のアシスト光(CW光)を光時分割多重信号またはゲート光パルス列に合波するための光合波器を基板20上に

集積化してもよい。

【0039】また、基板20としては石英系基板または半導体系基板またはセラミック系基板を用い、その上に石英系光導波路または半導体光導波路またはセラミック系光導波路を形成してもよい。

【0040】また、相互相関信号発生器を偏波無依存型に構成することにより、光時分割多重信号とゲート光パルス列の偏波の違いによる不安定要因を除くことができる。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の一括多出力型光時分割分離方法は、ビットレート $N \cdot f$ の光時分割多重信号と繰り返し周波数 f のゲート光パルス列がそれぞれ N 系列に分波された後に、系列ごとに1ビットずつ異なるタイミングで合波して相互相関信号発生器に入力されることにより、光時分割多重信号をビットレート f の N チャンネルの相互相関信号に一括して変換することができる。しかも、本発明は、各系列ごとに1ビットの遅延を与えた光時分割多重信号とゲート光パルス列との相互作用によるので、波長依存性による影響を回避することができる。

【0042】また、本発明方法では、光時分割多重信号とゲート光パルス列を同一基板上に集積化された素子で合波する構成をとるので、両信号の入力タイミングを制御するだけで、光時分割多重信号の各チャンネルの光信号とゲート光パルス列のタイミングを同時に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第1の実施形態を示す図。

【図2】第1の実施形態における光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す図。

【図3】本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第2の実施形態を示す図。

【図4】第2の実施形態における光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す図。

【図5】本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第3の実施形態を示す図。

【図6】第3の実施形態における光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係を示す図。

【図7】第1の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例を示す図。

【図8】第2の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例を示す図。

【図9】第3の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例を示す図。

【図10】半導体光増幅器の四光波混合を用いた従来の光時分割分離装置の構成例を示す図。

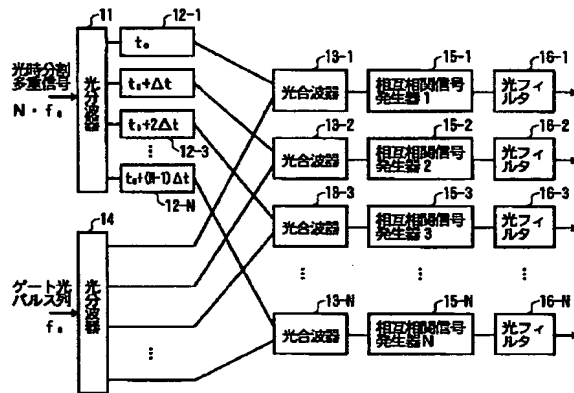
【図11】光ファイバの相互位相変調を用いた従来の光時分割分離装置の構成例を示す図。

【符号の説明】

- 11 光時分割多重信号用光分波器
 12, 17, 18 光遅延器
 13 光合波器
 14 ゲート光パルス列用光分波器
 15 相互相関信号発生器
 16 光フィルタ

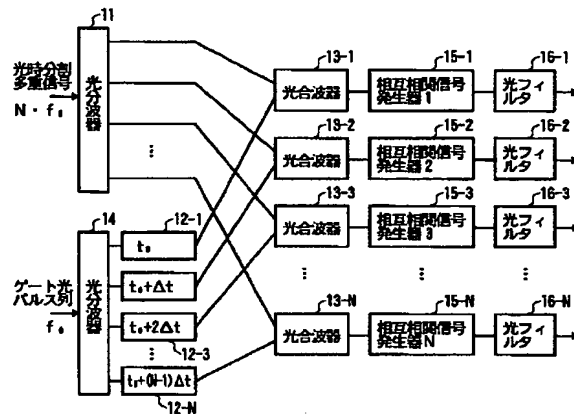
【図1】

本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第1の実施形態



【図3】

本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第2の実施形態



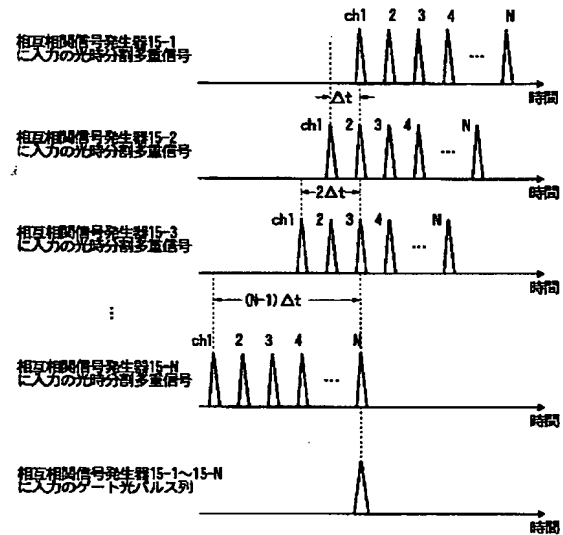
* 20 基板

- 21, 22 光導波路
 51 光合波器
 52 半導体光増幅器
 53 波長フィルタ
 54 光ファイバ

*

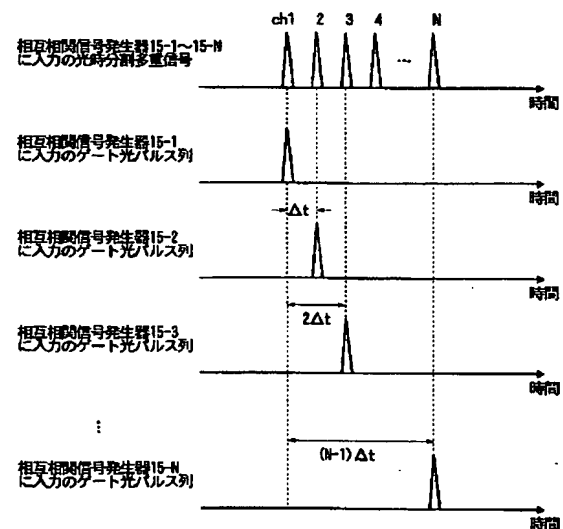
【図2】

第1の実施形態における光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係



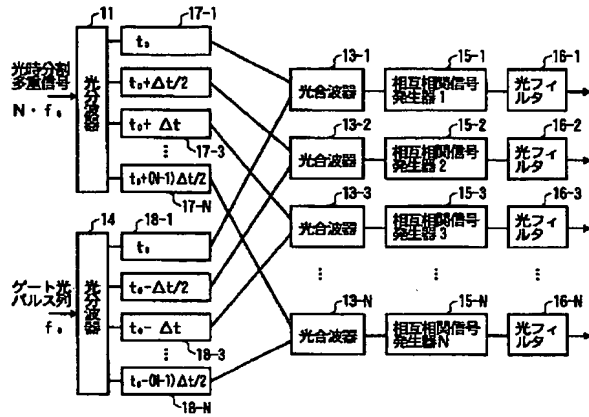
【図4】

第2の実施形態における光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係



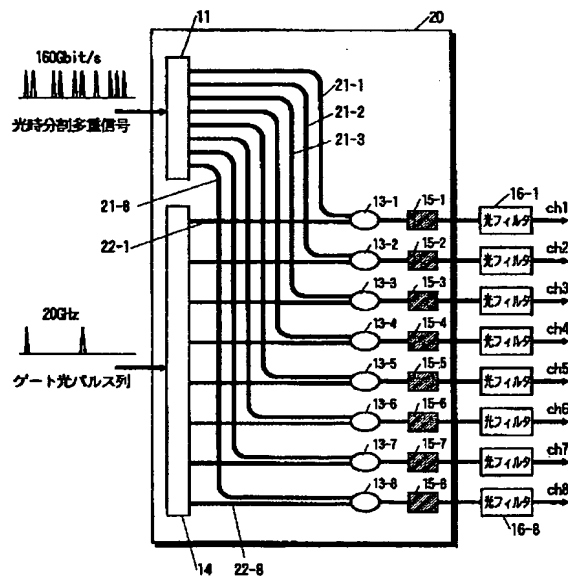
【図5】

本発明の一括多出力型光時分割分離方法の第3の実施形態



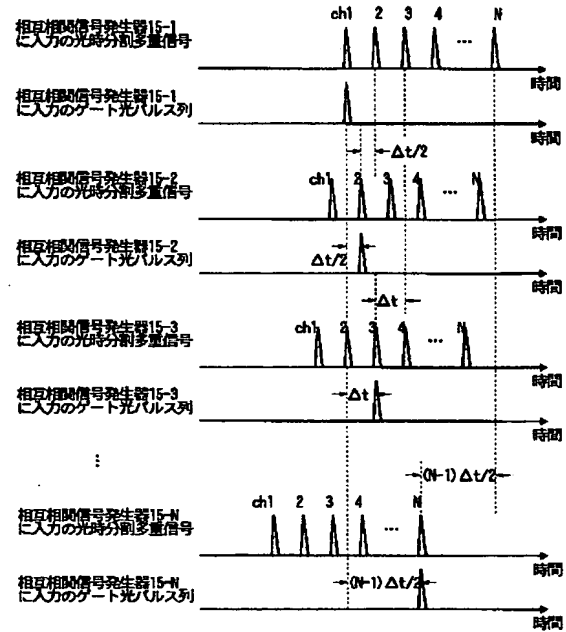
【図7】

第1の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例



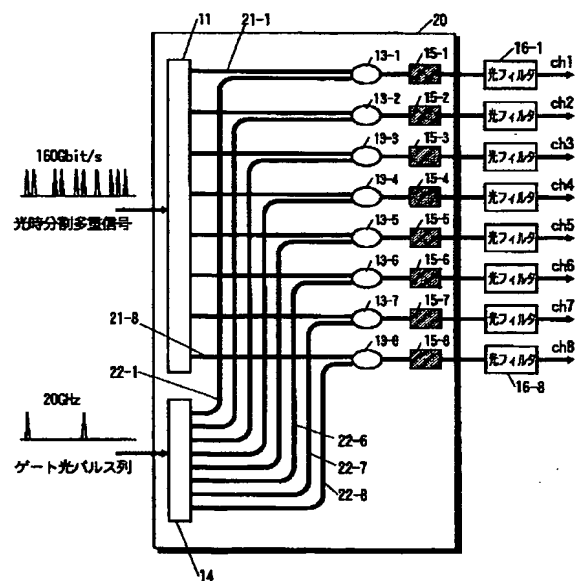
【図6】

第2の実施形態における光時分割多重信号とゲート光パルス列の関係



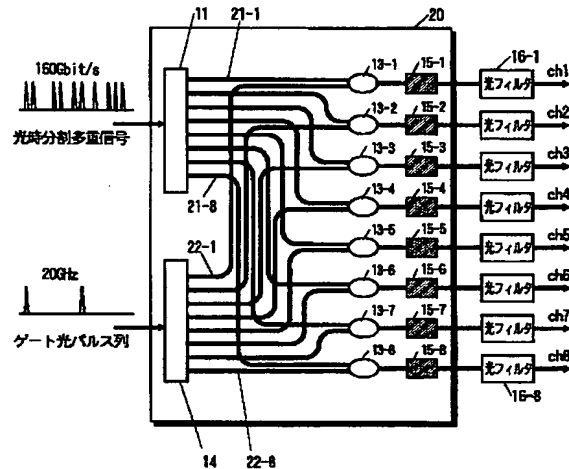
【図8】

第2の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例



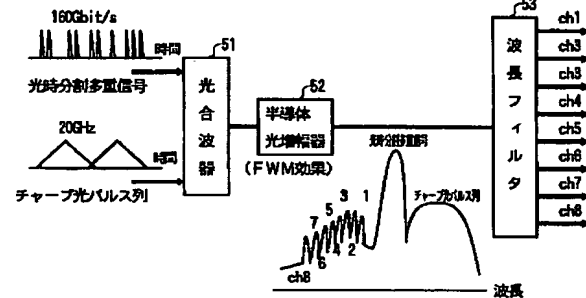
【図9】

第3の実施形態の方法により製作される一括多出力型光時分割分離装置の構成例



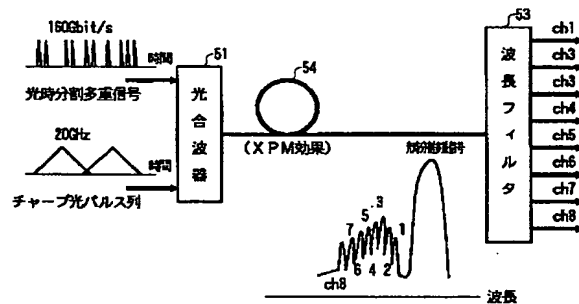
【図10】

半導体光増幅器の四光波混合を用いた従来の光時分割分離装置の構成例



【図11】

光ファイバの相互位相変調を用いた従来の光時分割分離装置の構成例



フロントページの続き

- (72)発明者 盛岡 敏夫
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
- (72)発明者 内山 健太郎
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
- (72)発明者 鬼頭 勤
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

- (72)発明者 曲 克明
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
- (72)発明者 岡本 稔
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
- Fターム(参考) 2K002 AA02 AB12 BA02 BA03 CA03
CA13 HA19 HA33
5K002 AA06 BA04 CA14 DA06 DA31
5K028 AA01 BB08 KK03